

# VENEKEI ATTILA

## *Kandó Kálmán gépészmérnök fejlesztői munkássága a Ganz-gyárban a 19. század végén és a 20. század elején*

### *Indukciós motorok magyarországi gyártási feltételeinek kidolgozása és kifejlesztése*

Kandó Kálmán régi magyar nemesi család első szülöttként látta meg a napvilágot 1869. július 8-án. Középiskolai tanulmányait a Budapesti Evangélikus Gimnáziumban kezdte, ahol az eredményei a közepes szint körül mozogtak. Beírták a Pesti Tudományegyetem Bölcsészeti Karához tartozó tanárképző intézet (korabeli nevén: Magyar Királyi Középtanodai Tanárképezde) már akkor is nagyhírű Gyakorló Iskolájába.

Hét esztendő múlva a József Műegyetemen kitüntetéses minősítésű gépészmérnöki oklevelet kap, és élete munkájával hazájának büszkesége, a technikátörténet egyik legkiemelkedőbb alkotója lesz.

Párizsi tanulmányútja során az indukciós motorok elméletével, azok számításának és szerkesztésének alapelveivel ismerkedett meg.

A műegyetem professzora, Mechwart András, jó emberismeretével felfedezte a Kandóban rejtőzködő hatalmas alkotó tehetséget, és 1894 nyarán meghívta a Ganz-gyár Elektromos Osztálya munkatársaként.

1895 májusában elkészült a hazai F típusjelzésű indukciós motorsorozat első példánya.

Az F motorsorozat gyártásával kezdetét vette Magyarországon a háromfázisú villamos gépek és a hozzájuk kapcsolódó készülékek gyártása, valamint a háromfázisú áramrendszer bevezetése.

Kandó Kálmán életének első szakasza jó példája a szorgalmas tanulásnak, munkavégzésnek, a sokrétű elvont és gyakorlati gondolkodás alkalmazásának a mérnöki tevékenység során.

#### A KEZDETEK



KANDÓ KÁLMÁN régi magyar nemesi család első szülöttként látta meg a napvilágot 1869. július 8-án. Gyermekéveiről keveset tudunk. Szófogadó, jó gyermeke volt szüleinek, a három testvér közül kimagaslóan a legjobb magaviseletű. Kivételes tehetsége gyermekéveiben még nem jelentkezett. Gyerekkorában a mechanikai jellegű játékok szerkezetei figyelmét jobban lekötötték, mint a hasonló korú társaiét.

Középiskolai tanulmányait a Budapesti Evangélikus Gimnáziumban kezdte, ahol az eredményei a közepes szint körül mozogtak. Gyengébb eredményeinek oka a nagy osztálylétszám lehetett.

Édesanyja, a családdal megbeszélve úgy határozott, hogy Kálmánt átírja a Pesti Tudományegyetem Bölcsészeti Karához tartozó tanárképző intézet (korabeli nevén: Magyar Királyi Középtanodai Tanárképezde) már akkor is nagyhírű Gyakorló Iskolájába.

A Gyakorló, vagy ahogyan a későbbiekben nevezték, a „Minta Gimnázium” falai között a többi tanintézettől sok tekintetben eltérő pedagógiai irányelvek jutottak érvényre.

TREFORT ÁGOSTON vallás- és közoktatásügyi miniszter maga engedélyezte a 16 éves Kandó Kálmán felvételét.

## GYERMEK- ÉS IFJÚKOR

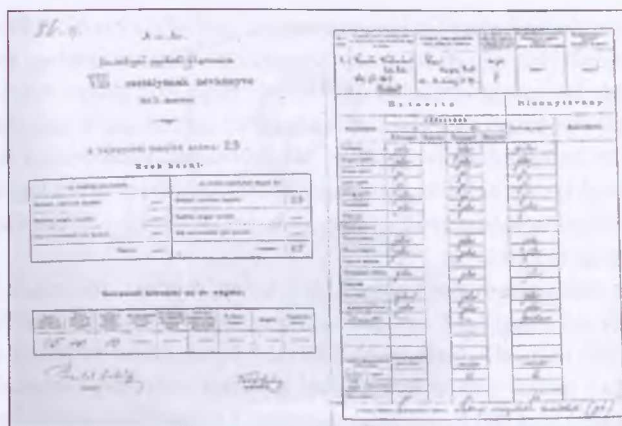
1885. november 1-jén STOCZEK JÓZSEF, a Tanárképző Intézet igazgatója, tudatta Kandó Kálmán felvételi engedélyét BARTAL ANTAL igazgatóval. Ekkor nem gondolta senki, hogy ez a VI. osztályt megismételni kényszerülő diák hét esztendő múlva a József Műegyetemen kitüntetéses minősítésű gépészmérnöki oklevelet fog szerezni, és élete munkájával hazájának büszkesége, a technikatörténet egyik legkiemelkedőbb alkotója lesz.

Osztályfőnöke, egyben magyar és német tanára VOLF GYÖRGY, a kiváló nyelvész, matematika—fizikatanára DR. WAGNER ALAJOS, akinek a gimnáziumi tanulóifjúság számára írott kitűnő matematika- és fizikatankönyvei évtizedeken át használatban voltak.

## AZ ÉRETTSÉGI VIZSGA

A VIII. osztályban fizikából a gimnázium évkönyvének tanúsága szerint többek között a következőket tanulták: „A mágnesesség, a statikai elektromosság köréből Coulomb törvénye, a potenciál, a kapacitás, az elektromosság sűrűsége, a sűrítők. A galván-áram, Ohm törvénye, az áram különböző hatásai. Galvanométerek, az áramok kölcsönös hatása. Elektromagnetizmus és indukció...

Az érettségi után, 1888 szeptemberének elején iratkozott be Kandó Kálmán az akkor már 16 év óta egyetemi rangra emelt budapesti Királyi József Műegyetem Gépészmérnöki Szakosztályára.



## EGYETEMI TANULMÁNYOK

Meghatározó jelentőségű hatást gyakoroltak Kandó későbbi életpályájára a matematika különböző fejezeteit előadó DR. KÖNIG GYULA, valamint az 1889 decemberében elhunyt HUNYADI JENŐ, a determinánsok elméletének nagynevű művelője.

Az ábrázoló geometriát FÖLSER ISTVÁN, a géprajzot és a leíró géptant K. JÓNÁS ÖDÖN, a kémiát és kémiai technológiát DR. ILOSVAY LAJOS és DR. WARTHA VINCE előadásából ismerhette meg.

Tanulmányainak második részében, amikor már a gépészmérnöki jellegű szaktantárgyak voltak túlsúlyban, különösen két professzora lehetett reá igen nagy hatással. A műszaki mechanika és az elméleti géptan tantárgyaiból NAGY DEZSŐ, a gépszerkezettan szerteágazó tudományából — amely ebben az időben még magába foglalta a gépelemeket, a kalorikus gépeket, a hidrogépeket, a dinamogépeket és emelőgépeket — ASBÓTH EMIL.

Asbóth Emil 1899-ben lemondott egyetemi katedrájáról és a Ganz gyár igazgatójaként tanúja lehetett egykori tanítványa első nemzetközi sikerének, a Valtellina vasút villamosításának.



A Műegyetem akkori és azt követő évtizedeire jellemző, az elméletet a gyakorlattal ideális összhangba hozó, konstruktőrcentrikus mérnökképzés jól nyomon követhető Kandó életének alkotó munkásságán.

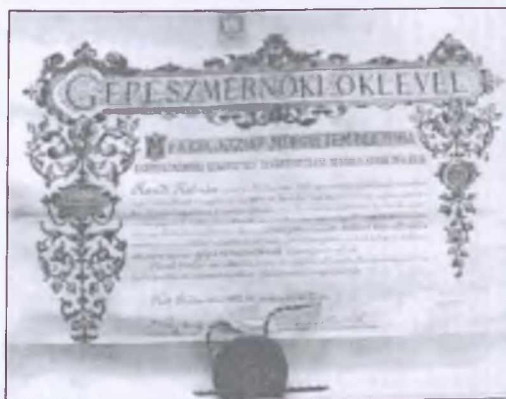
Van azonban egy tantárgy, amelyet hiába keresünk a 8 félév tanrendjei között, pedig annak magas szintű alkalmazása határozta meg leginkább sikereiben és munkában gazdag életének mindennapjait — ez pedig az elektrotechnika és a villamos gépek tudománya volt.

Amit e tárgykörrel kapcsolatosan egyetemi tanulmányai során megismerhetett, azt mindennek előtt a technikai fizika tantárgynak köszönhetette, amelynek keretében az elektrotechnika tudományos alapelveiben mélyülhetett el, kiegészítve az ott tanultakat az elektromosság és mágnesesség című tárggyal, valamint a gépszerkezettan órákon szerzett alapismeretekkel. Az Elektrotechnikai Tanszék az 1893—94-es tanévben, tehát már Kandó távozása után egy évvel kezdte meg működését, mégpedig a Ganz-gyár Elektrotechnikai Osztályából többéves mérnöki gyakorlat és nagy múltú alkotópálya után meghívott ZIPERNOWSKY KÁROLY vezetésével.



Az 1882—83-as tanévtől a Gépészmérnöki Szakosztály hallgatóinak a 4. félévet követve matematikából, mechanikából, és technikai fizikából, a 8. félévet követően pedig elméleti géptanból, gépszerkezettanból és mechanikai technológiából kellett szigorlatot tenniük.

Négyéves műegyetemi tanulmányainak befejeztével 1892. szeptember 27-én Kandó letette befejező három szigorlatát és ugyanazon napi keltezés-sel megkapta a 835. sorszámú, csak az egészen kivételes tehetségeknek kijáró, kitűnő minősítésű gépészmérnöki oklevelét.



#### TANULMÁNYÚT PÁRIZSBAN

Itt ismerkedett meg az indukciós motorok elméletével, azok számításának és szerkesztésének alapelveivel. Az indukciós, vagy más elnevezéssel aszinkron motorok működésének alapját képező forgómágneses mező elvét a Torinói Katonai Akadémia nagyhírű fizikaprofesszora, GALILEO FERRARIS találta fel 1885-ben.

Ugyanabban az esztendőben, amelynek tavaszán a Ganz-gyár elektromos osztályának három kiváló magyar mérnöke: BLÁTHY OTTÓ, ZIPERNOWSKY KÁROLY és DÉRI MIKSA szabadalmaztatta a zárt vasmagú transzformátort és az azzal megvalósított párhuzamos kapcsolású, váltakozó áramú energiaelosztás rendszerét, amely az elektrotechnika történetének napjainkig meghatározó jelentőségű új korszakát nyitotta meg.

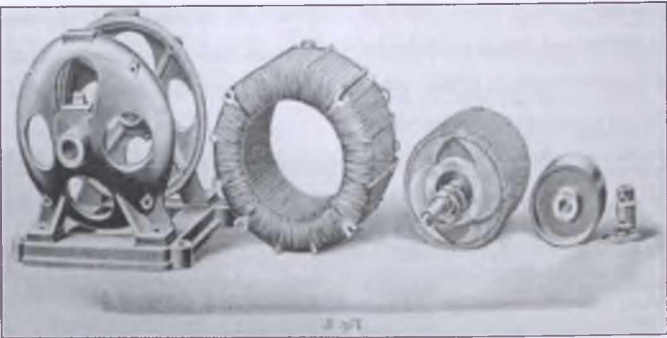
Ezt a figyelemreméltó eredményt tudta Kandó Kálmán elérni, amikor e téren a szakirodalom még nagyon is kezdeti stádiumban volt. Az eredeti matematikai összefüggéseket levezetni és azok helyességét a gyakorlatban bizonyítani csak az istenadta őstehetség volt képes.

Nem tudni, hogy hogyan jutott tudomására e kiváló képességű magyar gépészmérnök alig egy évet kitevő munkásságának híre a Ganz-gyárak nagyhírű vezérigazgatójának, a gyár elektromos osztálya megalapítójának, MECHWART ANDRÁSNAK.

PÁLYAKEZDÉS ÉS GANZ-GYÁRI ÉVEK

A műegyetem professzora, Mechwart András, aki jó emberismeretével felfedezte a Kandóban rejtőzködő hatalmas alkotó tehetséget, 1894 nyarán meghívta a Ganz-gyár Elektromos Osztályára a fiatal mérnököt. A hazájához, családi köréhez mindig különös szeretettel kötődő Kandó Kálmán örömmel tett eleget a meghívásnak és 1894 kora őszén hazatért Magyarországra.

Az első feladat



Kandó Kálmán első feladata az volt, hogy a Ganz gyártmányai között is megjelenjenek az akkor már több külföldi villamossági gyár által készített indukciós motorok. A fólió-könyvek 15. kötetének 432. oldalán 1894. december 4-i keltezéssel és Kandó aláírásával egy 2,2 kW-os Gramme-tekerceslésű, 48 hornyú kísérleti háromfázisú motor adatai vannak feltüntetve.



Az indukciós motorok jelölése

Ezzel kezdődtek meg azok a nagyjelentőségű kísérletek, amelyek eredményeként rövid idő alatt, 1895. májusában elkészülhetett az első hazai, F típusjelzésű indukciós motorsorozat első példánya. Az F betű a „forgóáram” szó kezdőbetűje. Említésre méltó ezzel kapcsolatosan, hogy az addig szokásos német elnevezések kezdőbetűi helyett Kandó vezette be a magyar elnevezéseknek megfelelő betűjelöléseket. A német nyelv használata egyébként akkoriban általánosan elfogadott volt a gyáron belül, maga Mechwart is csak kevésbé tudott magyarul.

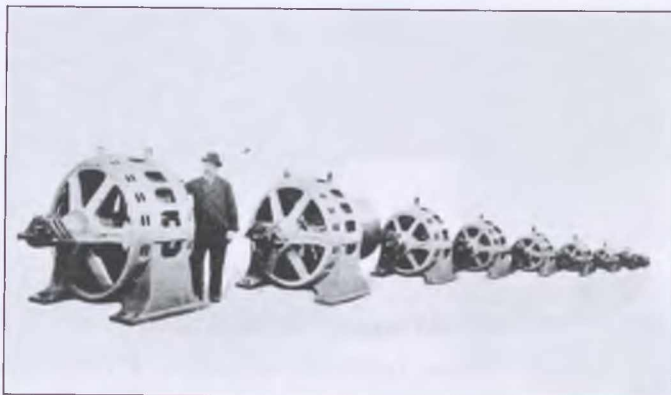


Az F jelöléshez a gépek speciális rendeltetésének vagy szerkezetének megfelelően még további betűjelek járulhattak, így az egyfázisú motorok FE, a vontatási (trakciós) célú motorok TF jelzést kaptak.

#### *F motor sorozat*

Az F motorokból 15 típus készült 2, 4 és 6 pólusú kivitelben, 15—42 Hz frekvenciára, 0,735—40,5 kW teljesítmények között.

A különböző teljesítményekre a betűjel után írt szám utalt (F1-től F80).



#### *Az elektrotechnika történetének fontos állomása*

Az F motorsorozat gyártásával vette kezdetét Magyarországon a háromfázisú villamos gépek és a hozzájuk kapcsolódó készülékek gyártása, végeredményben a háromfázisú áramrendszer bevezetése.

Kandónak ezen a területen végzett munkássága kimagasló jelentőségű volt, és ezzel a hazai elektrotechnika történetének igen jelentős fejezetét nyitotta meg.

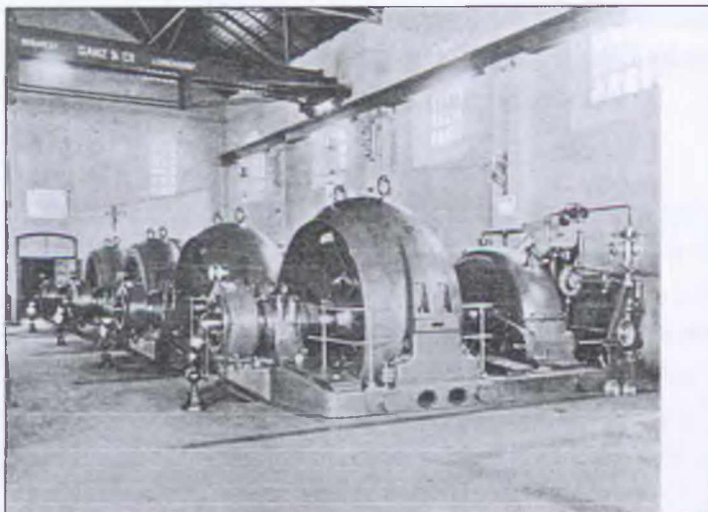
### HÁROMFÁZISÚ GENERÁTOROK

Kandó Kálmán hervadhatatlan érdeme a háromfázisú energiaátvitel rohamos elterjedéshez nélkülözhetetlen első generátorok és transzformátorok tervezése és bevezetése. Az első háromfázisú generátorokat az idő sürgetése miatt a Ganz-gyárban korábban a NEUSTADT LIPÓT tervei szerint sorozatban gyártott, C típusjelű, 4 pólusú egyenáramú dinamókból alakították ki, mégpedig oly módon, hogy a forgórész-tekerceslés equipotenciális pontjait csúszógyűrűkhöz vezették ki. Ezek voltak a CD típusjelű háromfázisú generátorok, amelyeket csak rövid ideig — 1895-ben — gyártottak. Nyilvánvaló, hogy ezekkel a gépekkel jelentősebb teljesítményt előállítani a kefék közbeiktatása miatt nem lehetett. Az igények nagyarányú növekedése, elsősorban az indukciós motorok rohamos elterjedése azonban csakhamar nélkülözhetetlenné tette olyan, nagyobb teljesítményű, két-, ill. háromfázisú generátorok gyártásának bevezetését, amelyeknél az indukált tekerceslés az állórészen volt elhelyezve.

#### *Két- és háromfázisú generátorok*

A Ganz-gyár első két- és háromfázisú generátorai is ilyen homopoláris gépek voltak, amelyek közül az elsőt 1896-ban készítették Kandó számításai szerint.

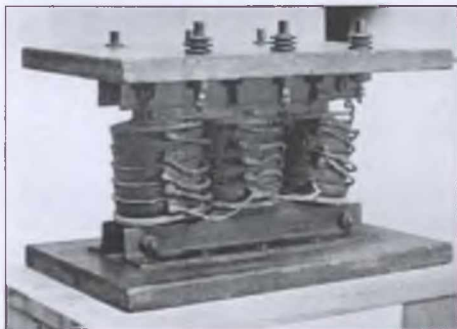
Az első homopoláris generátorok két, Zipernowsky által szerkesztett A típusjelű egyfázisú ge-



nerátor állórészének felhasználásával, egy közös házba való összeépítésével készült, AF típusjellel ellátott kétfázisú generátorok voltak.

Homopoláris generátorok az azt követő években különböző teljesítményekben, két- és háromfázisú kivitelben készültek. A századfordulóig valamivel több mint 100 db homopoláris generátort gyártottak, amelyek némelyikét BLÁTHY tervezte.

### HÁROMFÁZISÚ TRANSZFORMÁTOROK



Kandó munkásságának eredményeként az 1896-os millenniumi kiállításra készült el a Ganz-gyár első négy, egyenként 100 kW teljesítményű transzformátora.

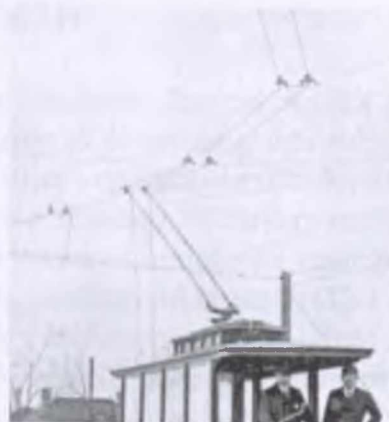
A 3000/330V transzformátorok tárcsás tekercselrendezésűek voltak, amit a Ganz-gyár 1890 óta alkalmazott egyfázisú transzformátorainál.

### ELSŐ KÍSÉRLETEK AZ INDUKCIÓS MOTOROK ALKALMAZÁSÁRA A VILLAMOS VONTATÁSBAN

Az 1896-os esztendő figyelemreméltó eseménye volt — Kandó későbbi életpályájára vonatkozóan —, hogy ez év őszén kezdte meg a Ganz Kocsi-gyár melletti telken létesített, 1000 mm nyomtávolságú próbapályán a vasúti villamos vontatással kapcsolatos kísérleteit. Az önmagába záródó pálya hossza 800 m volt, a lejtmenetben való energia-visszatáplálás céljából egy szakaszát 65‰ lejtéssel építették meg.

A próbakocsi egyik kerék-párját egy kétfázisú 500 V-os, 4 pólusú 15 Hz-es motor hajtotta.

A kétfázisú energiaellátást feltehetően az indokolta, hogy a közelben ilyen generátor volt.



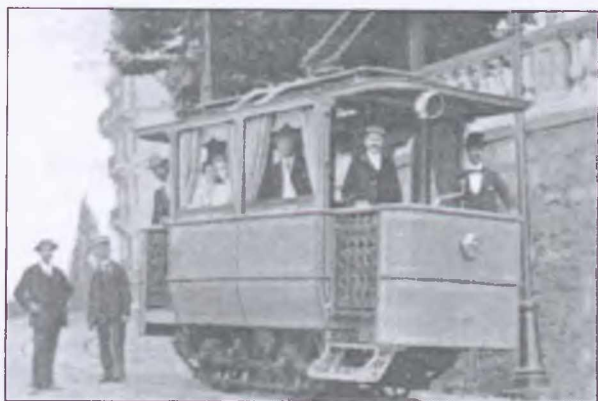
### TANULMÁNYÚT AMERIKÁBAN

Kandó már e szerény méretű próbaüzem tapasztalatai alapján tisztán látta, hogy a vasúti vontatás feladatának ellátására, amelyre addig kizárólag egyenáramú főáramkörű moto-



rokat alkalmaztak, az indukciós motorok üzemtani szerkezeti tekintetben kitűnőek lesznek. Megerősítette ebben a meggyőződésében az a tanulmányútja, amelyet 1897 nyarán, addigi munkásságának elismeréseként már, mint a Ganz-gyár igazgatóhelyettese, a gyár igazgatóságának megbízásából tett az Amerikai Egyesült Államokban.

## INDUKCIÓS MOTOROK KEZDETI ALKALMAZÁSA A VILLAMOS VONTATÁSBAN



*Az Evian-les-Bains gyógyfürdőhely számára készült, 200 V-os háromfázisú villamoskocsi.*



*A Vajdahunyadi Vasmű vasércbányájának 8,8 kW-os háromfázisú mozdonya*

## ÖSSZEGZÉS

Kandó Kálmán 28-30 éves korára rendkívüli fejlesztői eredményeket ért el.

- Évismélt és közepes tanulmányi eredmények az Evangélikus Gimnáziumban.
- Kitűnő érettségi a Minta Gimnáziumban.
- Egyetemi diploma kitüntetéssel.
- Új számítási eljárás, az indukciós motorok tervezésének kidolgozása az egyéves tanulmányi úton.
- Indukciós motorok Magyarország fejlesztésének és gyártásának bevezetése.
- Szabadalmak.
- Többfázisú generátorok és transzformátorok.
- Többfázisú motorok alkalmazása a villamos vontatásban.

## IRODALOMJEGYZÉK:

- [1] *Fojtán István*: Kandó mozdonyok. (Kandó Kálmán élete és munkássága). Kiadó: MÁV Rt. Vezérigazgatósága, 1998.
- [2] *Sitkei Gyula*: A Magyar Elektronika Nagy Alakjai. Kiadó: Energetikai Kiadó Kht. 2005.
- [3] *Sitkei Gyula* : Az Elektrotechnika magyar alkotásai. Kiadó: Energetikai Kiadó Kht. 2007.

A szerző címe:

dékáni hivatalvezető

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

e-mail: venekeiattila@kvk.uni-obuda.hu